

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-097758

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 41/107

G02F 1/133

H02M 3/24

H02M 7/48

H05B 41/24

(21)Application number : 09-256610

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.1997

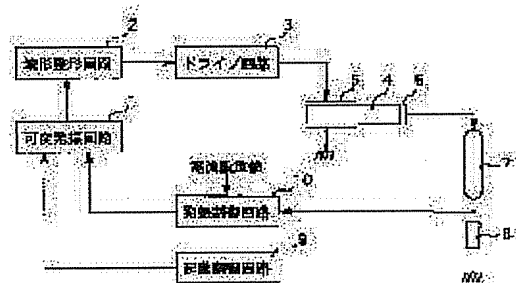
(72)Inventor : KAWASAKI OSAMU

## (54) PIEZOELECTRIC TRANSDUCER DRIVING CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a driving circuit, by which a piezoelectric transducer is started stably and which is driven stationarily and has simple circuit constitution, even in the piezoelectric transducer driving the load of large fluctuation at a starting time and at the time of stationary operation such as a cold-cathode fluorescent lamp and even when a temperature and load are changed at the time of stationary operation.

SOLUTION: A starting control circuit 9 controls a variable oscillation circuit 1 so that the oscillation frequency of the variable oscillation circuit 1 reaches frequency close to resonance frequency ( $f_r$ ) at the time of the no-load of a piezoelectric transducer 4 at the time of the lighting start of a cold-cathode fluorescent lamp 7. The operation of the starting control circuit 9 is stopped after lighting, and an oscillation control circuit 10 controls the oscillation frequency of the variable oscillation circuit 1 so that an approximately constant current is flowed through the cold-cathode fluorescent lamp 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3446993

[Date of registration]

04.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-97758

(43)公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 41/107

H 0 1 L 41/08

A

G 0 2 F 1/133

5 3 5

G 0 2 F 1/133

5 3 5

H 0 2 M 3/24

H 0 2 M 3/24

H

7/48

7/48

L

A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-256610

(22)出願日

平成9年(1997)9月22日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 川▲崎▼ 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

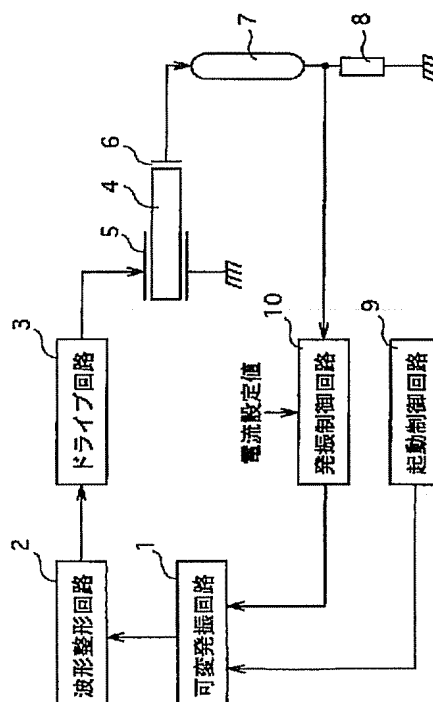
(74)代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

(54)【発明の名称】 圧電トランス駆動回路

(57)【要約】

【課題】 冷陰極蛍光灯のように起動時と定常動作時とで変動が大きい負荷を駆動する圧電トランスであっても、または定常動作時に温度や負荷が変化する場合であっても、圧電トランスを安定に起動し、かつ、定常駆動する簡単な回路構成の駆動回路を提供する。

【解決手段】 冷陰極蛍光灯7の点灯開始時は、可変発振回路1の発振周波数が圧電トランス4の無負荷時の共振周波数 $f_r$ 近傍の周波数になるように、起動制御回路9が可変発振回路1を制御する。点灯した後は、起動制御回路9の動作を停止し、冷陰極蛍光灯7にほぼ一定の電流が流れるように発振制御回路10が可変発振回路1の発振周波数を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を発生する発振回路と、

圧電トランスの起動時は前記発振回路の発振周波数を所定の周波数に設定し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、

圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時は圧電トランスの2次側電極から負荷に供給される電流がほぼ一定になるように前記発振回路の発振周波数を制御する発振制御回路とを備えている圧電トランス駆動回路。

【請求項2】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を発生する発振回路と、

圧電トランスの起動時は前記発振回路の発振周波数を第1の周波数範囲内の周波数に設定し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、

圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時は前記発振回路の発振周波数を第2の周波数範囲内の周波数に設定する動作制御回路とを備えている圧電トランス駆動回路。

【請求項3】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を増幅する増幅回路と、

圧電トランスの2次側電極から負荷に供給される電流を検出する電流検知回路と、

前記増幅回路に入力される電流波形の位相をシフトさせる位相シフト回路とを備え、

前記増幅回路、圧電トランス、前記負荷、前記電流検知回路、及び前記位相シフト回路が発振ループを構成していることを特徴とする圧電トランス駆動回路。

【請求項4】 起動時に所定の周波数の信号を出力する発振回路と、起動時は前記発振回路の出力信号を選択し、定常動作時は前記電流検知回路の出力信号を選択して前記位相シフト回路に与えるスイッチ回路とをさらに備え、前記発振ループの構成要素に前記スイッチ回路が含まれることを特徴とする請求項3記載の圧電トランス駆動回路。

【請求項5】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

て、

圧電トランスの共振周波数よりも高い周波数から前記交流電圧の周波数を掃引する発振回路と、

圧電トランスの負荷に流れる負荷電流を検出する電流検出手段と、

圧電トランスの起動時に前記負荷電流が第1の設定値に達したら前記周波数の掃引を停止するように前記発振回路の発振周波数を制御し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、

圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時に前記負荷電流が第2の設定値にほぼ一致するように前記発振回路の発振周波数を制御する動作制御回路とを備えている圧電トランス駆動回路。

【請求項6】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

交流駆動信号を電流増幅する電流増幅回路と、

前記電流増幅回路の出力信号を電圧増幅する昇圧トランスと、

前記昇圧トランスの2次側に直列接続されたコイルとを備え、

前記昇圧トランスの2次側及び前記コイルの合成インダクタンスと圧電トランスの1次側静電容量との直列共振周波数が圧電トランスの共振周波数近傍に設定されていることを特徴とする圧電トランス駆動回路。

【請求項7】 圧電体に1次側電極及び2次側電極が形成され、1次側電極から入力された交流電圧を変換して2次側電極から出力する圧電トランスの駆動回路であって、

交流駆動信号を電流増幅する電流増幅回路と、

前記電流増幅回路の出力信号を電圧増幅する昇圧コイルと、

前記昇圧コイルの2次側に直列接続されたコイルとを備え、

前記昇圧コイルの2次側及び前記コイルの合成インダクタンスと圧電トランスの1次側静電容量との直列共振周波数が圧電トランスの共振周波数近傍に設定されていることを特徴とする圧電トランス駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電セラミック等の圧電体の電気・機械相互変換を行う圧電効果により、交流電圧の振幅を変換する圧電トランスの駆動回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】1950年代末に開発された圧電トランスは、もともと高圧電源用の昇圧トランスとして着目されていたが、圧電セラミック材料の破壊強度が弱いこと等の材料的制約があったため、これといった大きな製品

化が行われないまま開発が長らく中断されていた。しかし、近年、材料技術の進歩により圧電セラミックの高強度化が進み、過去に実用化の障壁となっていた課題が解決されるに伴い、また、ノートパソコン、電子手帳、ゲーム機等の携帯用情報機器の小型化・薄型化の要求が強くなるに伴い、これらの機器に搭載される液晶バックライトのインバータ電源用昇圧トランスとして再び注目されている。

【0003】携帯用情報機器に用いられる液晶バックライト用インバータは、バックライト光源として使用される冷陰極蛍光灯の点灯用電源に使用されるものであり、電池等による3V、6V、9V、12V等の直流低電圧から、点灯時1000Vrms程度、定常時500Vrms程度の高周波高電圧への変換を行う。現在、バックライト用インバータに使用されている電磁式巻線トランスは、特殊コアによる横型構造のトランスを用いることにより薄型化に対応しているが、絶縁耐圧の確保のため小型・薄型化には限度がある。また、細い銅線を使用することによる巻線ロス、及びコアロスが大きくなり、変換効率が低下する欠点もある。

【0004】これに対し、圧電トランスはチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等の圧電セラミック材料またはニオブ酸リチウムなどの圧電結晶材料に1次側(入力側)及び2次側(出力側)の電極を取付け、1次側電極に圧電トランスの共振周波数近傍の交流電圧を印加して圧電トランスを機械的に共振させ、この機械的振動を圧電効果により変換して2次側電極から高電圧出力を取り出すものである。そして、電磁トランスよりも小型化、特に薄型化を実現することができ、また高変換効率を達成することができるという特徴を持つ。このような液晶表示装置のバックライト用の圧電トランスは、例えば、日経エレクトロニクス誌1994年11月7日号の147頁に記載されている。

【0005】電磁トランスが50kHzから60kHz程度までの任意の交流周波数で駆動できるのに対し、圧電トランスは他の圧電素子と同様に機械的共振周波数近傍の限られた交流周波数で駆動する。図12は従来の圧電トランスの他励発振方式駆動回路のブロック図である。同図において、101は圧電トランス104を駆動する交流駆動信号を発生する可変発振回路であり、電圧制御等によって発振周波数を圧電トランス104の共振周波数近傍に設定することができる。

【0006】可変発振回路101の出力は通常はパルス波形であるので高周波数成分を多く含み、この高周波数成分は圧電トランス104で熱に変わり圧電トランス104の信頼性を低下させる。そこで、波形整形回路102により高周波数成分を取り除いて正弦波に近い交流信号に変換する。波形整形回路102として、バンドパスフィルタ又はローパスフィルタが用いられる。

【0007】波形整形回路102の出力はドライブ回路

103により圧電トランス104を駆動するのに十分なレベルに電力増幅されて圧電トランス104の1次側電極105に入力される。圧電トランス104は入力した電圧を圧電効果により昇圧して2次側電極106から出力する。2次側電極106から出力された高電圧は冷陰極蛍光灯107に印加され、冷陰極蛍光灯107が点灯する。図13は圧電トランスのアドミッタンスと昇圧比との周波数特性図であり、共振周波数 $f_r$ の近傍で昇圧比が大きくなることを示している。

【0008】図14は従来の圧電トランスの自励発振方式駆動回路のブロック図である。同図において、101は圧電トランス104を駆動する交流駆動信号を発生する可変発振回路である。可変発振回路101の出力は通常はパルス波形であり、波形整形回路102により高周波数成分を取り除かれて正弦波に近い交流信号に変換される。波形整形回路102の出力はドライブ回路103により圧電トランス104を駆動するのに十分なレベルに電力増幅され、圧電トランス104の1次側電極105に入力される。圧電トランス104の圧電効果により昇圧された出力電圧は2次側電極106から取り出される。

【0009】2次側電極106から出力された高電圧は冷陰極蛍光灯107と帰還抵抗108との直列回路に印加される。直列回路に流れる電流によって帰還抵抗108の両端に発生する電圧が発振制御回路109に入力され、発振制御回路109は冷陰極蛍光灯107にほぼ一定電流が流れるように可変発振回路101を制御する。このようにして、冷陰極蛍光灯107は安定に点灯する。自励発振方式で駆動する場合は、温度によって共振周波数が変化しても、自動的に駆動周波数が共振周波数に追従する。

【0010】図13に示したように、圧電トランスは他の圧電素子と同様の共振特性を示し、共振周波数近傍の交流電圧を1次側電極に入力すると、圧電効果により2次側電極から電圧変換された出力を取り出すことができる。つまり、低電圧を高電圧に変換して取り出すことができる。しかし、共振周波数以外の周波数成分は圧電トランスの中で損失となり、結果的に熱に変わる。この熱が圧電トランスの信頼性を低下させてしまう。従って、圧電トランスはできる限り共振周波数近傍の正弦波電圧で駆動することが好ましい。正弦波電圧を生成し、それを電力増幅することは回路効率を低下させ、またコストも高くなるので、通常は最終段に近いところで正弦波に近くなるように駆動電圧信号が波形整形される。

【0011】図15及び16は圧電トランス104を駆動するための駆動信号の電力増幅を行うドライブ回路103の具体例である。図15では電流増幅回路110で電流増幅を行い、昇圧トランス111で電圧増幅を行って、圧電トランス104を駆動するのに十分な駆動信号を得ている。また、図16では電流増幅回路110で電

流増幅を行い、昇圧コイル112で電圧増幅を行って、圧電トランス104を駆動するのに十分な駆動信号を得ている。

【0012】電流増幅回路110は、FETをソース接地回路で用いることにより簡単に構成できる。そして、圧電トランス104の信頼性向上と効率向上を目的として、圧電トランス104の1次側電極105に入力する電圧波形を正弦波に近づける。このために、図15では昇圧トランス111の2次側のインダクタンスと圧電トランス104の1次側電極105の静電容量との直列共振周波数を圧電トランス104の共振周波数近傍（すなわち駆動周波数近傍）に設定している。また図16では昇圧コイル112の2次側のインダクタンスと圧電トランス104の1次側電極105の静電容量との直列共振周波数を圧電トランス104の共振周波数近傍に設定している。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、冷陰極蛍光灯は起動時と定常動作時とでインピーダンスが大きく変化し、圧電トランスの特性もこれに伴い大きく変化する。また、圧電トランスの共振周波数は温度及び負荷により変化する特性を持っている。このため、図12に示したような他励発振方式で駆動した場合には駆動回路を簡単にすることができるが、起動時と定常動作時との大きな変化、温度や負荷の変化により圧電トランスの共振周波数と駆動周波数が大きくずれてしまう。その結果、昇圧比の低下または効率の低下が生ずる。圧電トランスの1次側電極から見たアドミッタンスの周波数特性と昇圧比の周波数特性とを示す図13より、圧電トランスの共振周波数近傍で駆動したときは大きな昇圧比が得られるが、共振周波数から離れるにつれて昇圧比が低下しているのがわかる。つまり、圧電トランスの共振周波数から離れたところで駆動すれば電圧変換効率が低下する。

【0014】一方、自励発振で駆動する場合は、圧電トランスの共振状態を検知して帰還することにより、温度や負荷により共振周波数が変化しても自動的に駆動周波数が共振周波数に追従するので、安定した出力が得られる。しかし、前述したように、冷陰極蛍光灯は点灯開始時と点灯時とでインピーダンスが大きく変化する。このため、図12に示した従来の自励発振方式駆動回路では、帰還ループが一定のゲインと位相を有するので、点灯開始時の安定性を良くすれば点灯時の安定性が悪く、点灯時の安定性を良くすれば点灯開始時の安定性が悪くなる。また、温度や負荷が変化すると安定性が悪くなるという問題もある。

【0015】また、従来の圧電トランスの駆動回路は、前述のように、圧電トランスの1次側電極に入力する交流信号を正弦波に近づけるために、昇圧トランスの2次側のインダクタンスと圧電トランスの1次側電極の静電容量との直列共振周波数、又は、昇圧コイルの2次側の

インダクタンスと圧電トランス1次側電極の静電容量との直列共振周波数を圧電トランスの共振周波数近傍に設定している。したがって、圧電トランスの1次側電極の静電容量が小さくなると必要なインダクタンスの値が大きくなり、その結果、昇圧トランス又は昇圧コイルの巻き数が大きくなり、巻線抵抗が大きくなって損失が増加する。昇圧トランス又は昇圧コイルの大きさが大きくなる問題もある。

【0016】本発明は、起動時と定常動作時とで変動が大きい負荷を駆動する圧電トランスであっても、または定常動作時に温度や負荷が変化する場合であっても、圧電トランスを安定に起動し、かつ、定常駆動する簡単な回路構成の駆動回路を提供することを目的とする。また、圧電トランスの1次側電極の静電容量が小さくなっても効率高く、昇圧トランス又は昇圧コイルの大きさが小さいドライブ回路を提供することをも目的とする。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による圧電トランス駆動回路の第1の構成は、圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を発生する発振回路と、圧電トランスの起動時は発振回路の発振周波数を所定の周波数に設定し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時は圧電トランスの2次側電極から負荷に供給される電流がほぼ一定になるように発振回路の発振周波数を制御する発振制御回路とを備えている。

【0018】本発明による圧電トランス駆動回路の第2の構成は、圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を発生する発振回路と、圧電トランスの起動時は発振回路の発振周波数を第1の周波数範囲内の周波数に設定し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時は発振回路の発振周波数を第2の周波数範囲内の周波数に設定する動作制御回路とを備えている。

【0019】本発明による圧電トランス駆動回路の第3の構成は、圧電トランスの1次側電極に入力される交流電圧を増幅する増幅回路と、圧電トランスの2次側電極から負荷に供給される電流を検出する電流検知回路と、増幅回路に入力される電流波形の位相をシフトさせる位相シフト回路とを備え、増幅回路、圧電トランス、負荷、電流検知回路、及び位相シフト回路が発振ループを構成していることを特徴とする。

【0020】本発明による圧電トランス駆動回路の第4の構成は、第3の構成に加えて、起動時に所定の周波数の信号を出力する発振回路と、起動時は発振回路の出力信号を選択し、定常動作時は電流検知回路の出力信号を選択して位相シフト回路に与えるスイッチ回路とをさらに備え、発振ループの構成要素にスイッチ回路が含まれることを特徴とする。

【0021】本発明による圧電トランス駆動回路の第5

の構成は、圧電トランスの共振周波数よりも高い周波数から交流電圧の周波数を掃引する発振回路と、圧電トランスの負荷に流れる負荷電流を検出する電流検出手段と、圧電トランスの起動時に負荷電流が第1の設定値に達したら周波数の掃引を停止するように発振回路の発振周波数を制御し、定常動作時は動作を停止する起動制御回路と、圧電トランスの起動時は動作を停止し、定常動作時に負荷電流が第2の設定値にほぼ一致するように発振回路の発振周波数を制御する動作制御回路とを備えている。

【0022】本発明による圧電トランス駆動回路の第6の構成は、交流駆動信号を電流増幅する電流増幅回路と、電流増幅回路の出力信号を電圧増幅する昇圧トランスと、昇圧トランスの2次側に直列接続されたコイルとを備え、昇圧トランスの2次側及びコイルの合成インダクタンスと圧電トランスの1次側静電容量との直列共振周波数が圧電トランスの共振周波数近傍に設定されていることを特徴とする。

【0023】本発明による圧電トランス駆動回路の第7の構成は、交流駆動信号を電流増幅する電流増幅回路と、電流増幅回路の出力信号を電圧増幅する昇圧コイルと、昇圧コイルの2次側に直列接続されたコイルとを備え、昇圧コイルの2次側及びコイルの合成インダクタンスと圧電トランスの1次側静電容量との直列共振周波数が圧電トランスの共振周波数近傍に設定されていることを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面に従って本発明の実施形態について詳細に説明する。

（実施形態1）図1は本発明の実施形態1による圧電トランス駆動回路のブロック図である。図2は圧電トランスの1次側（入力側）電極から見たアドミッタンスと昇圧比との周波数特性を示すグラフである。

【0025】冷陰極蛍光灯を負荷にした圧電トランスは図2に示すように動作開始（起動）時と定常動作時では特性が大きく異なる。冷陰極蛍光灯は点灯開始時には大きなインピーダンスを示し、点灯状態の定常動作時にはインピーダンスが小さくなる。従って、圧電トランスは起動時は無負荷に近い条件で使用され、定常動作時は比較的重い負荷が与えられる。

【0026】その結果、起動時は圧電トランスの1次側電極からみたアドミッタンス（インピーダンスの逆数）が鋭いピークを示し、共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ におけるアドミッタンス差が大きい。そして昇圧比も共振周波数 $f_r$ で鋭いピークを示し、その値も大きい。それに対して定常動作時は、圧電トランスの1次側電極からみたアドミッタンスのピークは低くなり、共振周波数 $f_{r1}$ と反共振周波数 $f_{a1}$ におけるアドミッタンス差も小さくなる。そして昇圧比のピークも低くなり、またその値も小さくなる。冷陰極蛍光灯のような負荷の変

化が大きい圧電トランス駆動回路は、このような大きな負荷変動に追従することが必要である。

【0027】図1において、4は2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスである。1は圧電トランス4を駆動する交流駆動信号を発生する可変発振回路である。可変発振回路1の出力は通常はパルス波形であり、波形整形回路2により高周波数成分を取り除かれ正弦波に近い交流信号に変換される。波形整形回路2の出力はドライブ回路3により圧電トランス4を駆動するのに十分なレベルに電力増幅された後、圧電トランス4の1次側電極5に入力され、圧電効果により昇圧されて2次側電極6から取り出される。2次側電極6から出力された高圧電圧は冷陰極蛍光灯7と帰還抵抗8との直列回路に印加され、冷陰極蛍光灯7が点灯する。

【0028】冷陰極蛍光灯7の点灯時（圧電トランス駆動回路の起動時）は、圧電トランス4の共振周波数近傍では1次側電極5から見たアドミッタンスが大きく電流が流れやすい。また圧電トランス4の昇圧比も大きいので、おおよそ共振周波数 $f_r$ 近傍で駆動すれば冷陰極蛍光灯7を点灯するのに十分な駆動信号が2次側電極6から得られる。そこで、起動時は発振制御回路10の動作を停止しておき、起動制御回路9のみを動作させる。起動制御回路9は、あらかじめ無負荷又は無負荷に近い負荷で測定された圧電トランス4の共振周波数 $f_r$ 近傍の設定周波数の駆動信号を可変発振回路1が出力するように可変発振回路1を制御する。このようにして起動制御回路9の制御によって冷陰極蛍光灯7が点灯を開始する。

【0029】起動制御回路9により冷陰極蛍光灯7が点灯した後は、起動制御回路9の動作を停止し、発振制御回路10の動作を開始する。これにより、圧電トランス4の2次側電極6から冷陰極蛍光灯7と帰還抵抗8との直列回路に供給される電流が帰還抵抗8の両端の電圧として検出され、発振制御回路10に帰還される。発振制御回路10は冷陰極蛍光灯7にはほぼ一定の電流が流れるように可変発振回路1の出力周波数を制御するので、冷陰極蛍光灯7が安定に点灯する。つまり、発振制御回路10は、冷陰極蛍光灯7に流れる電流が設定値より大きくなれば駆動周波数を圧電トランス4の共振周波数 $f_r$ から離れる方向に制御し、電流が設定値より小さくなれば駆動周波数を圧電トランス4の共振周波数 $f_{r1}$ に近づく方向に制御する。

【0030】起動時は圧電トランス4の非線形性が小さいので共振周波数 $f_r$ 近傍の周波数領域で起動してもよいが、定常動作時は図3に示すように圧電トランス4の非線形性が大きくなり、共振周波数 $f_{r1}$ の近傍で大きなヒステリシス特性を示すので、このヒステリシス特性を示す領域（図3中にハッチングで示す領域）よりも高い周波数領域、例えば図3中の周波数 $f_1$ から $f_2$ の領

域で動作させることが必要である。

【0031】本実施形態では、起動時は帰還ループのない他励方式で駆動し、定常動作時には電流を一定にする自励方式で駆動することにより、冷陰極蛍光灯のように点灯開始時と定常点灯時とでインピーダンスが大きく変化する場合も安定した起動及び定常点灯を得ることができる。また温度や負荷が変化しても圧電トランスを安定に起動し安定点灯させることができる。

【0032】圧電トランスは、2分の1波長振動モード又は1波長振動モードのローゼン型圧電トランスに限らず、他の圧電トランスの場合も同様の効果が得られる。また、起動時には他励方式で駆動し、定常動作時には自励方式で駆動する方法を、定常動作時の冷陰極蛍光灯の電流を一定にするために駆動周波数だけでなく1次側電極に印加する駆動電圧の大きさをも変える点灯方法と組み合わせても同様の効果が得られる。

【0033】(実施形態2)図4は本発明の実施形態2による圧電トランス駆動回路のブロック図である。冷陰極蛍光灯を負荷にした圧電トランスは、実施形態1で図2を用いて説明したように動作開始(起動)時と定常動作時とで特性が大きく異なる。冷陰極蛍光灯は点灯時には大きなインピーダンスを示し、点灯状態の定常動作時にはインピーダンスが小さくなる。従って、圧電トランスは起動時は無負荷に近い条件で使用され、定常動作時は比較的重い負荷がかかる。その結果、起動時は圧電トランスの1次側電極から見たアドミッタンス(インピーダンスの逆数)が鋭いピークを示し、共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ におけるアドミッタンス差も大きい。そして昇圧比は同様に共振周波数で鋭いピークを示し、その値も大きくなる。

【0034】これに対して定常動作時は、圧電トランスの1次側電極から見たアドミッタンスのピークは低くなり、共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ におけるアドミッタンス差が小さくなる。そして昇圧比のピークも低くなり、その値も小さくなる。冷陰極蛍光灯のような負荷の変化が大きい駆動回路はこのような大きな変動に追従することが必要である。

【0035】図4において、14は2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスである。11は圧電トランス4を駆動する交流駆動信号を発生する可変発振回路である。可変発振回路11の出力は通常はパルス波形であり、波形整形回路12により高周波数成分を取り除かれ正弦波に近い交流信号に変換される。波形整形回路12の出力はドライブ回路13により圧電トランス14を駆動するのに十分なレベルに電力増幅された後、圧電トランス14の1次側電極15に入力され、圧電効果により昇圧されて2次側電極16より取り出される。2次側電極16より出力された高圧電圧は冷陰極蛍光灯17に印加され、冷陰極蛍光灯7が点灯する。

【0036】冷陰極蛍光灯17の点灯時(駆動回路の起動時)には、圧電トランス14の共振周波数近傍では1次側電極15から見たアドミッタンスが大きく電流が流れ易い。また昇圧比も大きいので、おおよそ共振周波数 $f_r$ 1近傍の広い周波数範囲内で駆動すれば冷陰極蛍光灯17を点灯するのに十分な駆動信号が2次側電極16から得られる。そこで、起動時は動作制御回路19の動作を停止しておき、起動制御回路18のみを動作させる。起動制御回路18は、あらかじめ無負荷または無負荷に近い負荷で測定された圧電トランス14の共振周波数 $f_r$ 近傍の第1の周波数領域内の周波数を有する駆動信号を可変発振回路11が出力するように可変発振回路11を制御する。このようにして起動制御回路18によって冷陰極蛍光灯17の点灯が開始する。

【0037】起動制御回路18により冷陰極蛍光灯17が点灯した後は、起動制御回路18を停止し、動作制御回路19の動作を開始する。動作制御回路19は、あらかじめ定常点灯中の冷陰極蛍光灯17を負荷とした測定された圧電トランス14の共振周波数 $f_r$ 1近傍の第2の周波数領域内の周波数を有する駆動信号を可変発振回路11が出力するように可変発振回路11を制御する。これにより、冷陰極蛍光灯7は安定に点灯する。

【0038】起動時は圧電トランス14の非線形性が小さいので共振周波数 $f_r$ 近傍の周波数領域で起動してもよいが、定常動作時は図3に示したように圧電トランス14の非線形性が大きくなり、共振周波数 $f_r$ 1近傍で大きなヒステリシス特性を示すので、このヒステリシス特性を示す領域(図3中に斜線で示す領域)よりも高い周波数領域、例えば図3中の周波数 $f_1$ から $f_2$ の領域に第2の周波数領域を設定することが必要である。また、起動時の駆動周波数範囲より定常動作時の周波数範囲を狭く設定する必要がある。

【0039】本実施形態では、起動時と定常動作時のそれぞれにおける圧電トランスの共振周波数をあらかじめ測定しておき、起動制御回路又は動作制御回路がそれぞれの共振周波数近傍の第1の駆動周波数領域又は第2の駆動周波数領域内の周波数で圧電トランスを駆動する。この結果、冷陰極蛍光灯のように点灯開始時と点灯時でインピーダンスが大きく変化し、また温度や負荷が変化する場合にも圧電トランスを安定に起動し定常駆動することができる。

【0040】圧電トランスは、2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスに限らず、他の圧電トランスを用いた場合にも同様の効果が得られる。

【0041】(実施形態3)図5は本発明の実施形態3による圧電トランス駆動回路のブロック図である。図6は圧電トランスの1次側(入力側)電極から見たアドミッタンスと位相の周波数特性を示すグラフである。

【0042】冷陰極蛍光灯を負荷にした圧電トランスは



図6に示すように動作開始(起動)時と定常動作時では特性が大きく異なる。冷陰極蛍光灯は点灯開始時には大きなインピーダンスを示し、点灯中の定常動作時にはインピーダンスが小さくなる。従って、圧電トランスは起動時は無負荷に近い条件で使用され、定常動作時は比較的重い負荷がかかる。

【0043】その結果、起動時は圧電トランスの1次側電極からみたアドミッタンス(インピーダンスの逆数)が鋭いピークを示し、位相が90度から-90度に鋭く変化する。一方、定常動作時は機械的Qが低下し、1次側電極からみたアドミッタンスのピークは低くなり、位相は90度から-90度までは変化しない。冷陰極蛍光灯を負荷とする圧電トランス駆動回路はこのような大きな変動に追従することが必要である。

【0044】図5において、30は2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスである。31は圧電トランス30に形成された1次側電極であり、32は圧電トランス30に形成された2次側電極である。1次側電極31に入力された交流電圧は圧電トランス30により昇圧され2次側電極32から出力される。2次側電極32から出力された高圧電圧は冷陰極蛍光灯33と帰還抵抗34の直列回路に印加される。冷陰極蛍光灯33に電流が流れると冷陰極蛍光灯33は点灯を開始する。電流は帰還抵抗34により電圧に変換され電流検出回路35に帰還される。電流検出回路35は帰還された電圧値に応じた位相シフト量指示値を位相シフト回路36に与え、これに基づいて位相シフト回路36が所定量だけ位相をシフトする。位相シフト回路36の出力は増幅回路37により増幅され、1次側電極31に入力される。圧電トランス30、冷陰極蛍光灯33、帰還抵抗34、電流検出回路35、位相シフト回路36および増幅回路37は発振ループを構成している。

【0045】位相シフト回路36によりシフトされる電流の位相量は、定常動作時に圧電トランス30が共振周波数近傍で駆動されるように決められる。つまり、定常動作時に測定した圧電トランス30の特性に基づいて、位相シフト回路36は共振周波数での位相0度からの位相ずれ分だけ、または共振周波数より少し高い周波数で駆動する場合は位相ずれ分より小さい量だけ位相を逆方向にシフトする。これにより、定常動作時の発振ループの位相は圧電トランス30の共振周波数でほぼ0度となり安定に発振する。もちろん、このときの増幅回路37の増幅率は発振ループのループゲインが1以上になるように設定しておく。

【0046】起動時は圧電トランス30の共振周波数での位相ずれが上記のシフトした位相ずれ分より小さいので、起動時は共振周波数よりずれたところで駆動することになる。しかし、実施形態1で図2を用いて説明したように、起動時は昇圧比が大きいので、共振周波数から多少ずれて駆動したとしても冷陰極蛍光灯33は安定に

点灯を開始する。

【0047】本実施形態では、定常動作時に測定した圧電トランスの特性に基づいて、共振周波数での位相0度からのずれ分だけ検出電流の位相を逆方向にシフトする自励発振回路を構成する。これにより、点灯開始時と定常点灯時とでインピーダンスが大きく変化する場合でも、また、定常動作時に温度や負荷が変化しても、発振ループの発振周波数は常に圧電トランスの共振周波数近傍となるので、圧電トランスを安定に起動し定常駆動することができる。

【0048】圧電トランスは2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスに限らず、他の圧電トランスの場合でも同様の効果が得られる。

(実施の形態4) 図7は本発明の実施形態4による圧電トランス駆動回路のブロック図である。冷陰極蛍光灯を負荷にした圧電トランスは、実施形態3で図6を用いて説明したように動作開始(起動)時と定常動作時とで特性が大きく異なる。冷陰極蛍光灯は点灯時には大きなインピーダンスを示し、点灯中の定常動作時にはインピーダンスが小さくなる。従って、圧電トランスは起動時は無負荷に近い条件で使用され、定常動作時は比較的重い負荷がかかる。その結果、起動時は圧電トランスの1次側電極からみたアドミッタンス(インピーダンスの逆数)が鋭いピークを示し、位相は90度から-90度に鋭く変化する。

【0049】一方、定常動作時は機械的Qが低下し、1次側電極からみたアドミッタンスのピークは低くなり、位相は90度から-90度までは変化しない。冷陰極蛍光灯を負荷とする圧電トランス駆動回路はこのような大きな変動に追従することが必要である。

【0050】図7において、41は2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスである。42は圧電トランス41に形成された1次側電極であり、43は圧電トランス41に形成された2次側電極である。1次側電極42に入力された交流電圧は圧電トランス41により昇圧され2次側電極43から出力される。2次側電極43から出力された高圧電圧は冷陰極蛍光灯44と帰還抵抗45の直列回路に印加される。冷陰極蛍光灯44に電流が流れると冷陰極蛍光灯44は点灯を開始する。電流は帰還抵抗45により電圧に変換され電流検出回路46に帰還される。電流検出回路46は帰還された電圧値に応じた位相シフト量指示値をスイッチ回路50を介して位相シフト回路47に与え、これに基づいて位相シフト回路47が所定量だけ位相をシフトする。位相シフト回路47の出力は増幅回路48により増幅され、1次側電極42に入力される。圧電トランス41、冷陰極蛍光灯44、帰還抵抗45、電流検出回路46、位相シフト回路47および増幅回路48は発振ループを構成している。



【0051】位相シフト回路47によりシフトされる電流の位相量は、定常動作時に圧電トランス41が共振周波数近傍で駆動されるように決められる。つまり、定常動作時に測定した圧電トランス41の特性に基づいて、位相シフト回路47は共振周波数での位相0度からのずれの分だけ、または共振周波数よりも少し高い周波数で駆動する場合は位相ずれ分より小さい量だけ位相を逆方向にシフトする。これにより、定常動作時の発振ループの位相は圧電トランス41の共振周波数でほぼ0度となり安定に発振する。このときの増幅回路48の増幅率は発振ループのループゲインが1以上となるように設定しておく。

【0052】これらの設定により、定常動作時はスイッチ回路50が電流検出回路46側に切り替わり、圧電トランス41、冷陰極蛍光灯44、帰還抵抗45、電流検出回路46、位相シフト回路47および増幅回路48が発振ループを構成する。この結果、圧電トランス41が共振周波数近傍で安定に駆動される。

【0053】起動時は、実施形態3で図6を用いて説明したように、圧電トランス41の特性が定常動作時と大きく異なる。そこで、スイッチ回路50を発振回路49側に切り替える。この結果、上記の発振回路ループは切断され、無負荷または無負荷に近い負荷で測定された圧電トランス41の共振周波数近傍の周波数を有する信号が発振回路49からスイッチ回路50を経て位相シフト回路47に入力される。位相シフト回路47の出力は増幅回路48で増幅されて圧電トランス41を駆動する。起動時は圧電トランス41の昇圧比は大きいので、多少共振周波数よりずれて駆動したとしても冷陰極蛍光灯44は安定に点灯を開始する。

【0054】本実施形態では、定常動作時に測定した圧電トランスの特性に基づいて、共振周波数での位相0度からのずれ分だけ検出電流の位相を逆方向にシフトする自励発振回路を構成する。また、起動時には圧電トランスの無負荷または無負荷に近い負荷で測定された共振周波数に近い周波数で他励駆動する。したがって、点灯開始時と点灯時とでインピーダンスが大きく変化する場合でも、また定常動作時に温度や負荷が変化しても、発振ループの発振周波数は常に圧電トランスの共振周波数近傍となるので、圧電トランスを安定に起動し定常駆動することができる。圧電トランスは2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスに限らず、他の圧電トランスの場合でも同様の効果が得られる。

【0055】(実施の形態5) 図8は本発明の実施形態5による圧電トランス駆動回路のブロック図である。図9は圧電トランスの1次側(入力側)電極から見たアドミッタンスと2次側(出力側)電極からの出力電流の周波数特性を示すグラフである。

【0056】冷陰極蛍光灯を負荷にした圧電トランスは

図9に示すように動作開始(起動)時と定常動作時では特性が大きく異なる。冷陰極蛍光灯は点灯開始時には大きなインピーダンスを示し、点灯している定常動作時にはインピーダンスが小さくなる。従って、圧電トランスは起動時には無負荷に近い条件で使用され、定常動作時には比較的重い負荷となる。その結果、起動時には圧電トランスの1次側電極から見たアドミッタンスは鋭いピークを示し、その共振周波数 $f_r$ と反共振周波数 $f_a$ におけるアドミッタンス差も大きい。そして出力電流も同様に共振周波数で鋭いピークを示し、またその値も大きくなる。

【0057】これに対して定常動作時は圧電トランスの1次側電極から見たアドミッタンスのピークが低くなり、その共振周波数 $f_{r1}$ と反共振周波数 $f_{a1}$ におけるアドミッタンス差も小さくなる。そして出力電流のピークも低くなり、またその値も小さくなる。冷陰極蛍光灯のような負荷の変化が大きい圧電トランス駆動回路は、このような大きな負荷変動に追従することが必要である。

【0058】図8において、51は2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスである。52は圧電トランス51に形成された1次側電極であり、53は圧電トランス51に形成された2次側電極である。57は圧電トランス51を駆動する交流駆動信号を発生する可変発振回路であり、可変発振回路57の出力は通常はパルス波形であり、波形整形回路58により高周波数成分を取り除かれ正弦波に近い交流信号に変換される。波形整形回路58の出力はドライブ回路59により圧電トランス51を駆動するのに十分なレベルに電力増幅された後、圧電トランス51の1次側電極52に入力され、圧電効果により昇圧されて2次側電極53より取り出される。2次側電極53より出力された高圧電圧は冷陰極蛍光灯54と帰還抵抗55との直列回路に印加され、冷陰極蛍光灯54に電流が流れると冷陰極蛍光灯54の点灯が開始する。

【0059】冷陰極蛍光灯54の点灯時(圧電トランス駆動回路の起動時)には、図9に示すように圧電トランス51の共振周波数近傍では1次側電極52から見たアドミッタンスが大きく電流が流れ易い。また圧電トランス51の昇圧比も大きいので、圧電トランス51の信頼性の点からも負荷である冷陰極蛍光灯54に過剰な電流が流れないように注意する必要がある。また、先に図3を用いて説明したような非線形性がこの圧電トランス51にも小さいながら存在し、この非線形領域を避けるように駆動することが望ましい。

【0060】本実施形態では、あらかじめ測定しておいた圧電トランス51の特性に基づいて、起動時の共振周波数 $f_r$ よりも高い周波数を可変発振回路57が出力して低い方へ駆動周波数を掃引させるように、起動制御回路56が可変発振回路57を制御する。そして、圧電ト

ランス51の出力電流を帰還抵抗55で検出し、出力電流が図9に示す第1の電流設定値 $i_1$ に到達したら可変発振回路57による駆動周波数の掃引を停止する。この起動動作により冷陰極蛍光灯7の点灯を安定に開始する。起動制御回路56により冷陰極蛍光灯54が点灯した後は、起動制御回路56の動作を停止し、動作制御回路60の動作を開始する。圧電トランス51の2次側電極52から冷陰極蛍光灯54と帰還抵抗55との直列回路に供給される電流は、帰還抵抗55の両端電圧として検出され、動作制御回路60に帰還される。動作制御回路60は、冷陰極蛍光灯54に第2の電流設定値 $i_2$ が流れるように可変発振回路57の出力周波数を制御する。つまり、冷陰極蛍光灯54に流れる電流が電流設定値 $i_2$ より大きくなれば駆動周波数を圧電トランス51の共振周波数 $f_{r1}$ から離し、電流が電流設定値 $i_2$ より小さくなったら駆動周波数を圧電トランス51の共振周波数 $f_{r1}$ に近づけるように制御する。

【0061】図9に示すように、第1の電流設定値 $i_1$ を第2の電流設定値 $i_2$ より大きく設定したが、冷陰極蛍光灯54の特性によっては第1の電流設定値 $i_1$ を第2の電流設定値 $i_2$ より小さく設定し、または同じ値に設定しても同様の効果が得られる。また、通常動作時は、実施形態1の図3に示したように、圧電トランス51の非線形性が大きくなり、共振周波数 $f_{r1}$ の近傍で大きなヒステリシスを示すので、ヒステリシス特性を示す領域（図3中にハッチングで示した領域）より高い周波数領域、例えば図3中の周波数 $f_1$ から $f_2$ の領域で定常動作させるように第2の電流設定値 $i_2$ を設定することが必要である。

【0062】本実施形態では、起動時は圧電トランスの無負荷時の共振周波数よりも高い周波数から駆動周波数を掃引して、圧電トランスの出力電流が第1の電流設定値 $i_1$ に到達したら駆動周波数の掃引を停止し、定常動作時は出力電流を第2の電流設定値 $i_2$ にほぼ等しく保つ自励方式で駆動する。これにより、冷陰極蛍光灯のように点灯開始時と点灯時でインピーダンスが大きく変化する場合であっても、また温度や負荷が変化しても、圧電トランスを安定に起動し定常駆動することができる。

【0063】圧電トランスは2分の1波長振動モードまたは1波長振動モードのローゼン型圧電トランスに限らず、他の圧電トランスの場合でも同様の効果が得られる。また、定常動作時に冷陰極蛍光灯に流れる電流を一定に維持するために、駆動周波数のみの制御ではなく、1次側電極に印加する駆動電圧の大きさを変える制御を同時に行っても同様の効果が得られる。

【0064】（実施の形態6）図10は本発明の実施形態6による圧電トランス駆動回路、特に圧電トランスを駆動するために駆動信号の電力増幅を行うドライブ回路周辺のブロック図である。図10において、61は圧電トランスであり、62は1次側電極、63は2次側電極

である。圧電トランス61は他の圧電素子と同様に共振特性を示し、共振周波数近傍の交流電圧を1次側電極62に入力すると、圧電効果により昇圧された電圧出力が2次側電極63から取り出される。しかし、共振周波数以外の周波数成分は圧電トランス61の中で損失となり、結果的に熱となって圧電トランス61の信頼性を低下させてしまう。従って、圧電トランス61はできる限り共振周波数近傍の正弦波電圧で駆動することが好ましい。一方、正弦波電圧を生成し、それを電力増幅して駆動波形を得ることは回路効率を低下させコスト上昇を招くことになるので、通常は最終段に近いところで正弦波に近くなるように駆動電圧信号を波形整形する。

【0065】図10では圧電トランス61を駆動するドライブ回路65は電流増幅回路65aと昇圧トランス65bで構成されている。ドライブ回路65に入力された駆動信号は電流増幅回路65aで電流増幅され、昇圧トランス65bで電圧増幅されて、圧電トランス61を駆動するのに十分な駆動信号となる。電流増幅回路65aは、FETをソース接地回路で用いることにより簡単に構成できる。従来は圧電トランス61の信頼性向上と効率向上のために、昇圧トランス65bの2次側のインダクタンスと圧電トランス61の1次側電極62の静電容量との直列共振周波数を圧電トランス61の共振周波数近傍に設定することにより、圧電トランス61の1次側電極62に入力される電圧波形を正弦波に近づけていた。本実施形態では、昇圧トランス65bと圧電トランス61の1次側電極62との間にコイル66を挿入し、昇圧トランス65bの2次側インダクタンスとコイル66のインダクタンスの和と圧電トランス61の1次側電極62の静電容量との直列共振周波数を圧電トランス61の共振周波数近傍に設定することによりバンドパスフィルタを構成し、これによって圧電トランス61の1次側電極62に入力される電圧波形を正弦波に近づけている。

【0066】上記の構成により、必要とされるインダクタンスは昇圧トランス65bの2次側のインダクタンスとコイル66のインダクタンスとの和で得られる。したがって、圧電トランス61の1次側電極62の静電容量値が小さくなくても、昇圧トランス65bの巻き数を大きくしてインダクタンスをかせぐ必要が無い。この結果、昇圧トランス65bの巻線抵抗を小さくして損失を小さくすることができる。また、昇圧トランス65bの小形化、ひいては圧電トランス駆動回路全体の小形化を図ることができる。

【0067】（実施の形態7）図11は本発明の実施形態7による圧電トランス駆動回路、特に圧電トランスを駆動するために駆動信号の電力増幅を行うドライブ回路周辺のブロック図である。図11において、71は圧電トランスであり、72は1次側電極、73は2次側電極である。圧電トランス71は他の圧電素子と同様に共振

特性を示し、共振周波数近傍の交流電圧を1次側電極72に入力すると、圧電効果により昇圧された電圧出力が2次側電極73から取り出される。しかし、共振周波数以外の周波数成分は圧電トランス71の中で損失となり、結果的に熱となって圧電トランス71の信頼性を低下させてしまう。従って、圧電トランス71はできる限り共振周波数近傍の正弦波電圧で駆動することが好ましい。一方、正弦波電圧を生成し、それを電力増幅して駆動波形を得ることは回路効率を低下させコスト上昇を招くことになるので、通常は最終段に近いところで正弦波に近くなるように駆動電圧信号を波形整形する。

【0068】図11では圧電トランス71を駆動するドライブ回路75は電流増幅回路75aと昇圧コイル（オートトランス）75bで構成されている。ドライブ回路75に入力された駆動信号は電流増幅回路75aで電流増幅され、昇圧コイル75bで電圧増幅されて、圧電トランス71を駆動するのに十分な駆動信号となる。昇圧コイル75bと圧電トランス71の1次側電極72との間にコイル76を挿入し、昇圧コイル75bの2次側のインダクタンスとコイル76のインダクタンスの和と圧電トランス71の1次側電極72の静電容量との直列共振周波数を圧電トランス71の共振周波数近傍に設定している。これによってバンドパスフィルタを構成し、圧電トランス71の1次側電極72に入力される電圧波形を正弦波に近づけている。

【0069】上記の構成により、必要とされるインダクタンスは昇圧コイル75bの2次側のインダクタンスとコイル76のインダクタンスとの和で得られる。したがって、圧電トランス71の1次側電極72の静電容量値が小さくなくても、昇圧コイル75bの巻き数を大きくしてインダクタンスをかせぐ必要は無い。この結果、昇圧コイル75bの巻線抵抗を小さくして損失を小さくすることができる。また、昇圧コイル75bの小形化、ひいては圧電トランス駆動回路全体の小形化を図ることができる。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、起動時と定常動作時とで変動が大きい負荷を駆動する圧電トランスであっても、または定常動作時に温度や負荷が変化する場合であっても、圧電トランスを安定に起動し、かつ、定常駆動する簡単な回路構成の駆動回路を提供することができる。また、本発明のドライブ回路によれば、圧電トランスの1次側電極の静電容量が小さくなくても効率が高く、昇圧トランス又は昇圧コイルの小形化、ひいては駆動回路全体の小形化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1による圧電トランスの駆動回路のブロック図

【図2】図1における圧電トランスの起動時と動作時の

アドミッタンス及び昇圧比の周波数特性図

【図3】圧電トランスの動作時のアドミッタンスにおけるヒステリシス特性を示す周波数特性図

【図4】本発明の実施形態2による圧電トランスの駆動回路のブロック図

【図5】本発明の実施形態3による圧電トランスの駆動回路のブロック図

【図6】図5における圧電トランスの起動時と動作時のアドミッタンス及び位相の周波数特性図

【図7】本発明の実施形態4による圧電トランスの駆動回路のブロック図

【図8】本発明の実施形態5による圧電トランスの駆動回路のブロック図

【図9】図8における圧電トランスの起動時と動作時のアドミッタンス及び電流の周波数特性図

【図10】本発明の実施形態6による圧電トランスのドライブ回路のブロック図

【図11】本発明の実施形態7による圧電トランスのドライブ回路のブロック図

【図12】従来の圧電トランスの駆動回路を示すブロック図

【図13】図12における圧電トランスのアドミッタンス及び昇圧比の周波数特性図

【図14】従来の別の圧電トランスの駆動回路を示すブロック図

【図15】従来の圧電トランスのドライブ回路を示すブロック図

【図16】従来の別の圧電トランスのドライブ回路を示すブロック図

【符号の説明】

8, 34, 45, 55 帰還抵抗

10 発振制御回路

1, 11, 57 可変発振回路

2, 12, 58 波形整形回路

3, 13, 59, 65, 75 ドライブ回路

4, 14, 30, 41, 51, 61, 71 圧電トランス

5, 15, 31, 42, 52, 62, 72 1次側電極

6, 16, 32, 43, 53, 63, 73 2次側電極

7, 17, 33, 44, 54, 64, 74 冷陰極蛍光灯

9, 18, 56 起動制御回路

19, 60 動作制御回路

35, 46 電流検出回路

36, 47 位相シフト回路

37, 48 増幅回路

49 発振回路

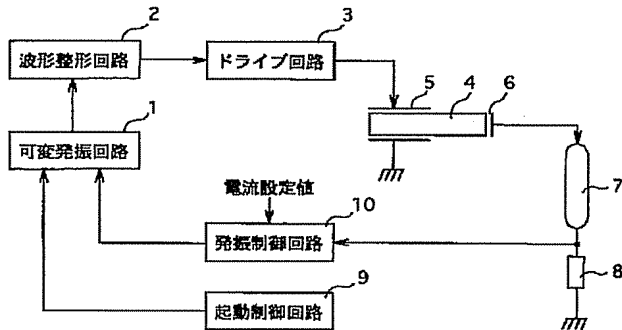
50 スイッチ回路

65a, 75a 電流増幅回路

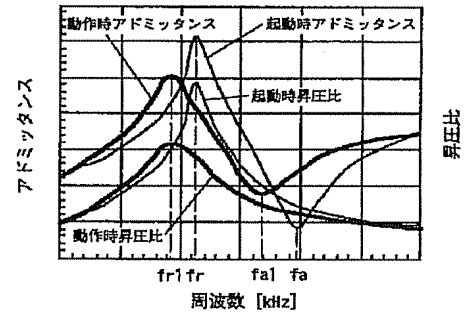
65b, 75b 昇圧トランス

66, 76 コイル

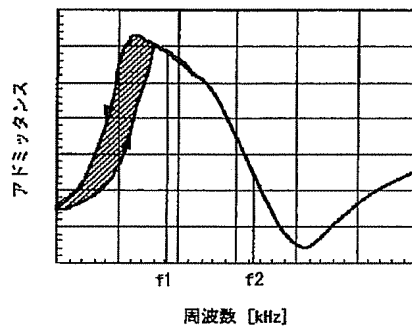
【図1】



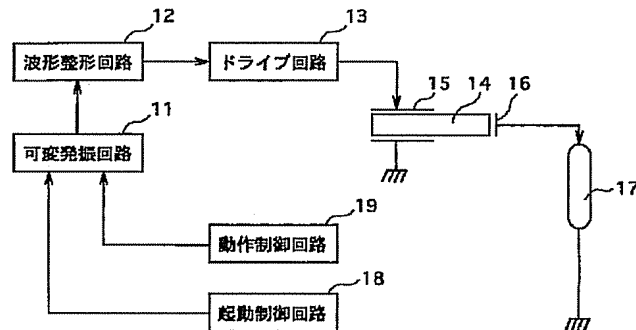
【図2】



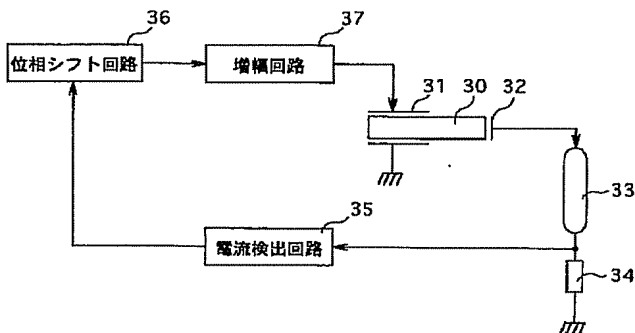
【図3】



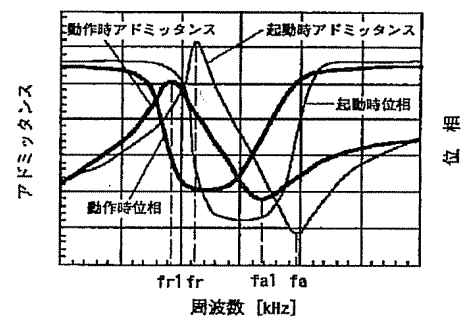
【図4】



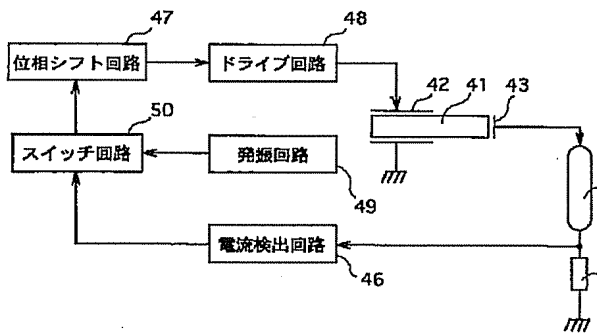
【図5】



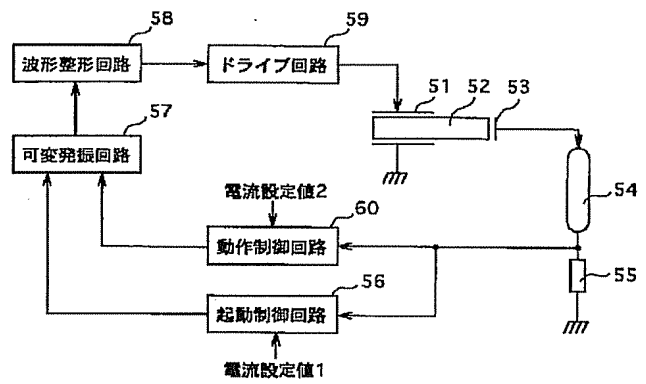
【図6】



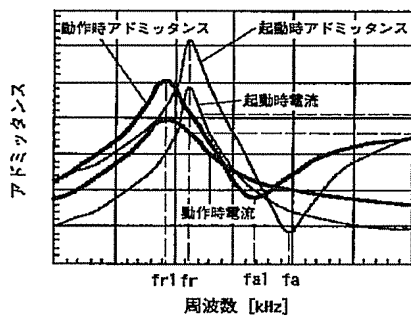
【図7】



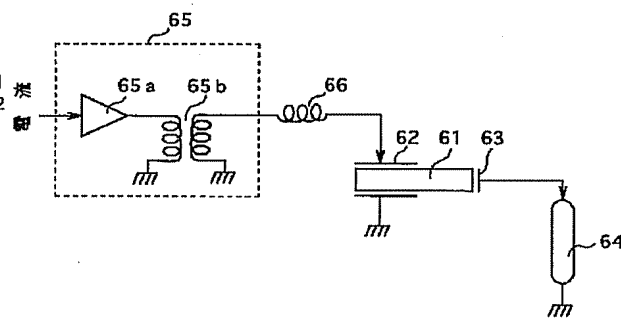
【図8】



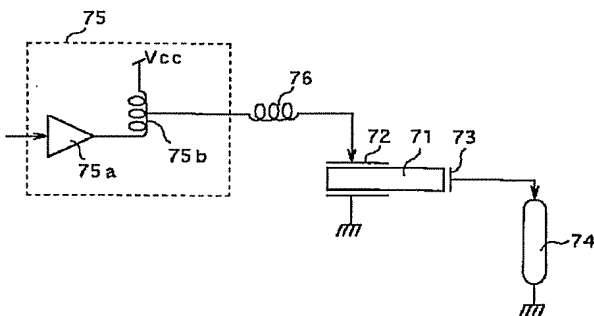
【図9】



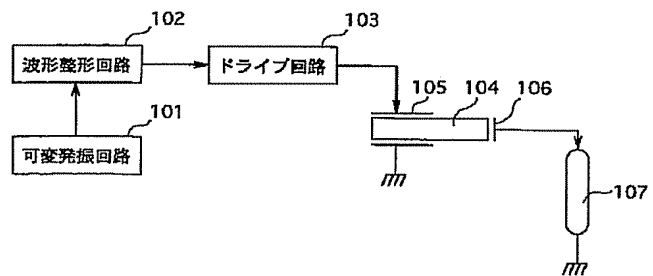
【図10】



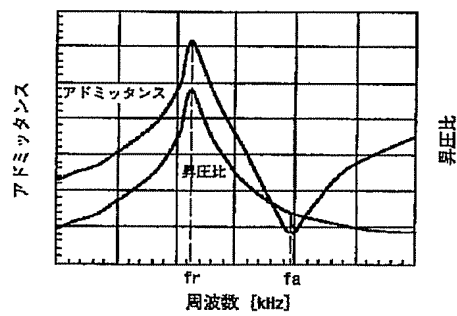
【図11】



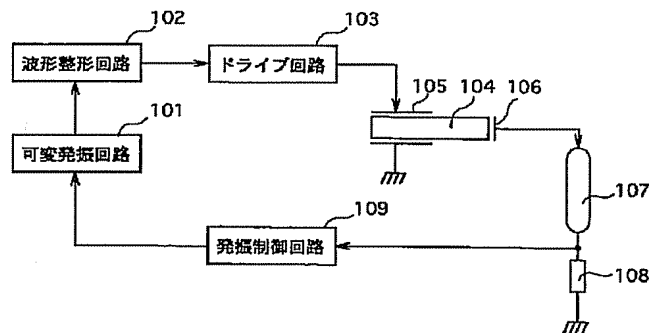
【図12】



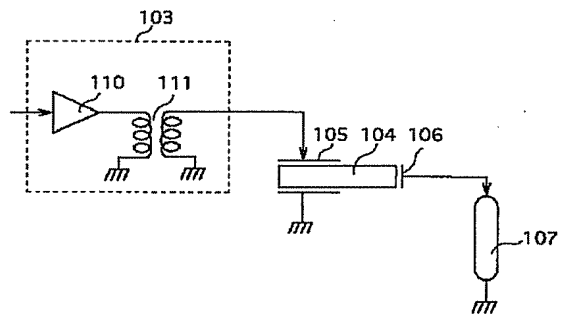
【図13】



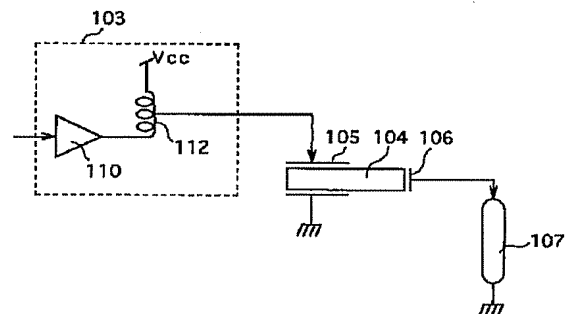
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H05B 41/24

識別記号

F I  
H05B 41/24

Z